

APLIKASI SOFTWARE GEOSTUDIO 2007 SLOPE/WUNTUK ANALISIS KESTABILAN LERENG DI TAMBANG MUARA TIGA BESAR UTARA PT BUKIT ASAM (PERSERO) Tbk SUMATERA SELATAN

*(The Application of Software Geostudio 2007 Slope/w to analysis slope instability in
Mine Muara Tiga Besar Utara at PT Bukit Asam (Persero)Tbk South Sumatera)*

Irza Tri Putra¹, Irvani², Guskarnali²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

²Staf Pengajar, Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

E-mail: babel_mu@yahoo.com

Abstract

PT Bukit Asam (Persero) Tbk is one of the State Owned Enterprises engaged in coal mining. Presente of Mine Muara slopes at Muara Tiga Besar Utara would be harmful to workers and the mechanical vehicle, because the soil/ rock is likely to experience landslides or falling. This study was conducted to determine the value of slope safety factor RKAP 2017 and redesign the slopes with a safe condition. The data used in this study include the value of cohesion (c') the angle of friction (ϕ') and density (γ). Retrieval of research data obtained from the test results did not drainage unconsolidated triaxial (UU) and test weight of soil/rock with Paraffin Wax Method, and then did the processing of data by using Software Geostudio 2007 Slope/w to determine the value of the safety factor of the slope. Factors affecting slope instability in Mine Muara Tiga Besar Utara were the geometry of the slope, weather/climate, vibration, and physical properties and mechanics of soil/rock composed of the density (γ), ie 1.203 to 2.025 gr/cm³, the value of cohesion (c'), which is 34 to 266 kPa and the shear angle value (ϕ'), ie 17.65 to 35.21°. The results of slope stability analysis indicate that the value of slope safety factor RKAP 2017 was below 1.25, so the potential occurrence of landslides, while the redesign slope slope with the security condition had a value of safety factor is above 1.25, so that no potential landslides.

Keywords: Slope instability, Bishop Method, Safety factor

1. Pendahuluan

Desain lereng merupakan seni dalam menentukan keseimbangan antara kemiringan lereng dan keuntungan bagi perusahaan tambang. Kehadiran lereng di Tambang Muara Tiga Besar Utara PT Bukit Asam (Persero) Tbk akan berbahaya terhadap pekerja dan kendaraan mekanis, karena tanah/batuan kemungkinan akan mengalami longsor atau jatuhan. Hal ini yang mendasari peneliti ingin melakukan desain lereng menggunakan *SoftwareGeostudio 2007 Slope/w* untuk mengetahui nilai faktor keamanan lereng dengan Metode Bishop. Kelongsoran pada lereng tambang dapat menyebabkan banyak kerugian, yaitu terganggunya jalan angkut utama, sehingga menghambat pengangkutan tanah dan batubara.

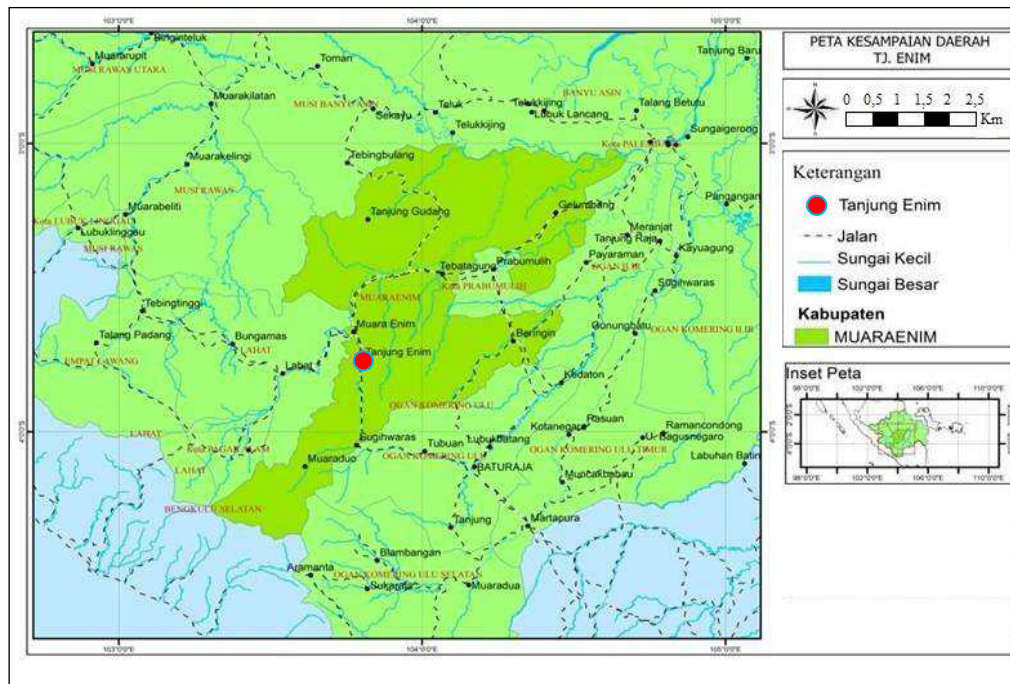
Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diperoleh 4 (empat) rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu apa faktor yang mempengaruhi ketidakstabilan lereng, bagaimana sifat fisik dan mekanika tanah/batuan, berapa nilai faktor keamanan RKAP 2017 dengan menggunakan *SoftwareGeostudio 2007 Slope/w*, berapa nilai faktor keamanan desain ulang lereng dengan kondisi aman dengan menggunakan *SoftwareGeostudio 2007 Slope/w*.

Sedangkan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi ketidakstabilan lereng, sifat fisik dan mekanika tanah/batuan, nilai faktor keamanan RKAP 2017 dengan menggunakan *SoftwareGeostudio 2007 Slope/w*, serta membuat desain lereng dengan kondisi aman dengan menggunakan *SoftwareGeostudio 2007 Slope/w*.

*Korespondensi Penulis: (Irza Tri Putra) Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung.
Email: babel_mu@yahoo.com

Penelitian ini dilakukan selama Bulan Oktober 2016 sampai dengan Bulan Desember 2016. Tempat kegiatan penelitian ini dilakukan di Tambang Muara Tiga Besar Utara PT Bukit Asam (Persero) Tbk berlokasi di Daerah Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Jarak tempuh lewat jalan raya ± 200 km dari Kota

Palembang atau ± 190 km dengan kereta api ke arah barat daya. Wilayah IUP PT Bukit Asam (Persero) Tbk terletak pada posisi $03^{\circ}42'30''$ LS - $04^{\circ}47'30''$ LS dan $103^{\circ}45'00''$ BT - $103^{\circ}50'10''$ BT atau garis bujur 9.583.200 - 9.593.200 dan lintang 360.600 - 367.000 dalam Sistem Koordinat Internasional. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Tinjauan Pustaka

Litologi yang dijumpai di daerah penambangan Muara Tiga Besar berada di Formasi Muara Enim. Di antara lapisan batubara terdapat lapisan batuan atau sering disebut dengan istilah lapisan antara (*interburden*). Ketebalan lapisan keseluruhan sekitar 30 m (Coster, 1974).

Stabilitas Lereng

Kestabilan suatu lereng dapat diperhitungkan dengan cara membandingkan antara gaya yang menahan dan gaya yang melongsorkan atau meluncurkan (Bowles dan Joseph, 1991). Perbandingan tersebut dapat dirumuskan melalui Persamaan 1.

$$FK = \frac{\text{Gaya Penahan}}{\text{Gaya Penggerak (Peluncur)}} = 1 \quad (1)$$

Metode Bishop

Metode ini digunakan untuk menganalisis permukaan gelincir (*slip surface*) yang berbentuk lingkaran. Nilai faktor keamanan dapat dicari, jika nilai banding tekanan pori (ru) sudah diketahui (Bishop, 1955). Rumus yang digunakan untuk mencari nilai ru dapat dilihat pada

Persamaan 2.

$$ru = \frac{ub}{W} = \frac{u}{\gamma h} \quad (2)$$

Keterangan:

- ru = Nilai banding tekanan pori (kg/m^2)
- u = Tekanan air pori (kg/m^2)
- b = Lebar irisan (m)
- γ = Berat volume tanah (kg/m^3)
- h = Tinggi irisan rata-rata (m)

Adapun rumus faktor keamanan untuk analisis stabilitas lereng dengan Metode Bishop dapat dilihat pada Persamaan 3.

$$F = \frac{c' + b_i + (w_i - ru) \tan \theta_i}{W_i \sin \theta_i} \frac{1}{\cos \theta_i (1 + \tan \theta_i \tan \phi' / F)} \quad (3)$$

Keterangan:

- F = Faktor keamanan
 - c' = Kohesi (kg/m^2)
 - ϕ' = Sudut geser dalam ($^{\circ}$)
 - b_i = Lebar irisan ke - i (m)
 - W_i = Berat irisan tanah ke - i (gr)
 - θ_i = Sudut yang diasumsikan ($^{\circ}$)
 - U_i = Tekanan air pori pada irisan ke - i (kg/m^2)
- Penggunaan *Software*

Faktor yang Mempengaruhi Ketidakstabilan Lereng

Berdasarkan hasil penelitian di lapangan, sehingga didapatkan beberapa faktor yang mempengaruhi ketidakstabilan lereng di Tambang Muara Tiga Besar Utara PT Bukit Asam (Persero) Tbk, yaitu sebagai berikut:

1. Geometri lereng

Perbandingan tinggi lereng dan lebar *berm* yang digunakan pada perencanaan geometri lereng RKAP 2017 yaitu 1:1 dengan sudut sekitar 45° , kemiringan (*dip*) lapisan batubara di Tambang Muara Tiga Besar Utara sekitar $26,56^{\circ}$, sehingga lebar *berm* akan memotong *dip* lapisan batubara, sedangkan jika perbandingan 1:2, maka sudut kemiringan lereng sekitar $26,56^{\circ}$, semakin lebar *berm*, maka sudut kemiringan lereng landai, sehingga memperbesar nilai faktor keamanan. Lebar *berm* harus mengikuti kemiringan (*dip*) lapisan batubara, sehingga perbandingan tinggi *berm* dan lebar *berm* yang digunakan, yaitu 1:2.

2. Sifat Fisik dan Mekanika Tanah/batuan

Hasil pengujian triaksial tak terkonsolidasi tak teraliri (UU) tanah kohesif untuk mendapatkan nilai kohesi (c') dan sudut geser dalam (ϕ') dan Metode *Paraffin Wax* untuk mendapatkan nilai berat isi tanah/batuan (γ) didapatkan nilai lapisan *overburden* yaitu berupa batulempung (*claystone*) dengan nilai γ yaitu $1,934 \text{ gr/cm}^3$, nilai c' yaitu 38 kPa dan nilai ϕ' yaitu $19,38^{\circ}$. Lapisan *Seam A1* dengan nilai γ yaitu $1,205 \text{ gr/cm}^3$, nilai c' yaitu 193 kPa dan nilai ϕ' yaitu $17,65^{\circ}$. Lapisan *Interburden A1-A2* yaitu berupa *tuff* dan batupasir (*sandstone*) dengan nilai γ yaitu $1,787 \text{ gr/cm}^3$, nilai c' yaitu 34 kPa dan nilai ϕ' yaitu $27,5^{\circ}$. Lapisan *Seam A2* dengan nilai γ yaitu $1,212 \text{ gr/cm}^3$, nilai c' yaitu 266 kPa dan nilai ϕ' yaitu $20,01^{\circ}$.

Lapisan *Interburden A2-B* yaitu berupa batulempung kelanauan (*silty claystone*) dengan nilai γ yaitu $1,947 \text{ gr/cm}^3$, nilai c' yaitu 42 kPa dan nilai ϕ' yaitu $21,97^{\circ}$. Lapisan *Seam B* dengan nilai γ yaitu $1,203 \text{ gr/cm}^3$, nilai c' yaitu 186 kPa dan nilai ϕ' yaitu $18,58^{\circ}$. Lapisan *Interburden B-C* yaitu berupa batupasir kelanauan (*silty sandstone*) dengan nilai γ yaitu $2,025 \text{ gr/cm}^3$, nilai c' yaitu 95 kPa dan nilai ϕ' yaitu $35,21^{\circ}$. Lapisan *Seam C* dengan nilai γ yaitu $1,232 \text{ gr/cm}^3$, nilai c' yaitu 80 kPa dan nilai ϕ' yaitu $23,55^{\circ}$. Lapisan *Lower Seam C* yaitu berupa lanau kepasiran (*sandy silt*) dengan nilai γ yaitu $2,024 \text{ gr/cm}^3$, nilai c' yaitu 36 kPa dan nilai ϕ' yaitu $22,25^{\circ}$.

Sifat fisik dan mekanika tanah/batuan sangat mempengaruhi nilai faktor keamanan lereng, contohnya Lapisan *Lower Seam C* dengan nilai kohesi terkecil daripada lapisan

overburden, batubara dan *interburden*, karena kekuatan tarik menarik antara butiran yang terdapat di dalam lapisan ini tidak kompak, sehingga memperkecil nilai faktor keamanan.

3. Cuaca/iklim

cuaca/iklim sangat berpengaruh terhadap kestabilan lereng, karena hujan dapat meningkatkan kadar air dalam tanah, kemudian menyebabkan kondisi fisik material yang ada pada lereng berubah-ubah. Kenaikan kadar air ini akan memperlemah sifat fisik dan mekanika tanah, karena adanya pelapukan sehingga kondisi internal tubuh lereng berubah dan menurunkan faktor keamanan lereng. Iklim berpengaruh terhadap kestabilan lereng karena iklim mempengaruhi perubahan temperatur. Temperatur yang cepat sekali berubah dalam waktu yang singkat, akan mempercepat proses pelapukan batuan.

4. Getaran

Getaran yang sering ditemukan seperti getaran beban dinamik alat berat contohnya *Heavy Duty785*.

Sifat Fisik dan Mekanika Tanah/batuan

Berdasarkan hasil pengujian triaksial tak terkonsolidasi tak teraliri (UU) tanah kohesif untuk mendapatkan nilai kohesi (c') dan sudut geser dalam (ϕ') dan Metode *Paraffin Wax* untuk mendapatkan nilai berat isi tanah/batuan (γ) yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter kestabilan lereng

Boring point & rock layer	Slope stability parameter					Description	warna
	Density	Lab Test		Rock Lab (general)			
	γ	c'	ϕ'	c'	ϕ'		
	gr/cm^3	kPa	Deg	kPa	Deg		
Overburden	1,934	97,8	20,11	38	19,38	Claystone	
Seam A1	1,205	623,7	31,39	193	17,65	Seam A1	
Interburden A1-A2	1,787	128,1	27,54	34	27,5	Tuff, sandstone	
Seam A2	1,212	914,13	23,4	266	20,01	Seam A2	
Interburden A2-B	1,947	244,8	22,69	42	21,97	Silty claystone	
Seam B	1,203	652,1	24,1	186	18,58	Seam B	
Interburden B-C	2,025	246,5	18,99	95	35,21	Silty sandstone	
Seam C	1,232	528,05	31,75	80	23,55	Seam C	
Lower Seam C	2,024	45,2	22	36	22,25	Sandy silt	

Nilai Faktor Keamanan Lereng RKAP 2017

Berdasarkan analisa kestabilan lereng menggunakan *Software Geostudio 2007*

Slope/w dengan Metode Bishop didapatkan nilai faktor keamanan pada RKAP 2017 di Tambang Muara Tiga Besar Utara dapat disimpulkan berpotensi terjadinya longsor, karena nilai faktor keamanan lereng yaitu di bawah 1,25. Nilai faktor keamanan lereng RKAP 2017 pada bagian lereng *single slope*, *intermediate slope* dan *overall slope* untuk semua penampang yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Desain lereng Tambang Muara Tiga Besar Utara untuk Penampang A-A' RKAP 2017 dengan tinggi *berm* yaitu sekitar 7,5-9 m, lebar *berm* yaitu 9-12,5 m, serta lebar *bench* yaitu sekitar 7-32,25 m yang dapat dilihat pada Gambar 3. Desain lereng untuk Penampang B-B' RKAP 2017 dengan tinggi *berm* sekitar 1,75-9 m, lebar *berm* yaitu 3-12,25 m, serta lebar *bench* yaitu sekitar 5,5-30,5 m. Desain lereng untuk Penampang C-C' RKAP 2017 dengan tinggi *berm* yaitu sekitar 4,5-9,25 m, lebar *berm* yaitu 3-8,5 m, serta lebar *bench* yaitu sekitar 10-25,5 m.

Nilai faktor keamanan yang didapatkan pada analisa kestabilan lereng RKAP 2017, maka dapat disimpulkan lereng berpotensi terjadinya longsor, sehingga diperlukan desain ulang bagian lereng *single slope*, *intermediate slope* dan *overall slope* untuk mendapatkan nilai FK dengan kondisi aman. Geometri lereng pada RKAP 2017 mempunyai perbandingan tinggi *berm* dan lebar *berm* yaitu 1:1 dengan kemiringan (*dip*) sudut lereng, yaitu sekitar 45°. *Dip* sudut lereng ini memotong *dip* perlapisan batubara yang mempunyai sudut, yaitu 26,56°, sehingga lereng berpotensi terjadinya longsor.

Tabel 3. Nilai FK lereng RKAP 2017

Jenis lereng	Penampang A-A'		Penampang B-B'		Penampang C-C'	
	Low wall	High wall	Low wall	High wall	Low wall	High wall
Single slope	1	4,586	2,103	18,215	2,026	7,244
	2	3,527	1,054	3,077	0,962	4,874
	3	3,538	0,984	3,526	0,946	19,460
	4	3,682	0,973	4,063	0,984	9,919
	5	3,775	0,962	3,526	0,952	10,245
	6	3,819	0,962	3,526	0,972	11,409
	7	3,885	0,966	3,526	0,972	9,926
	8	3,908	0,707	3,526	0,972	9,886
	9	4,021	0,980	3,492	0,972	12,348
	10	4,067	0,962	3,526	0,985	8,927
	11	4,195	0,976	3,526	1,044	9,953
	12	4,309	1,548	3,661	0,973	9,953
	13	-	4,685	3,933	3,751	-
	14	-	-	-	-	-
Intermediate slope	2,890	0,886	0,929	0,802	7,116	0,844
Overall slope	0,900	0,940	0,836	0,863	0,976	0,940

Nilai Faktor Keamanan Desain Ulang Lereng

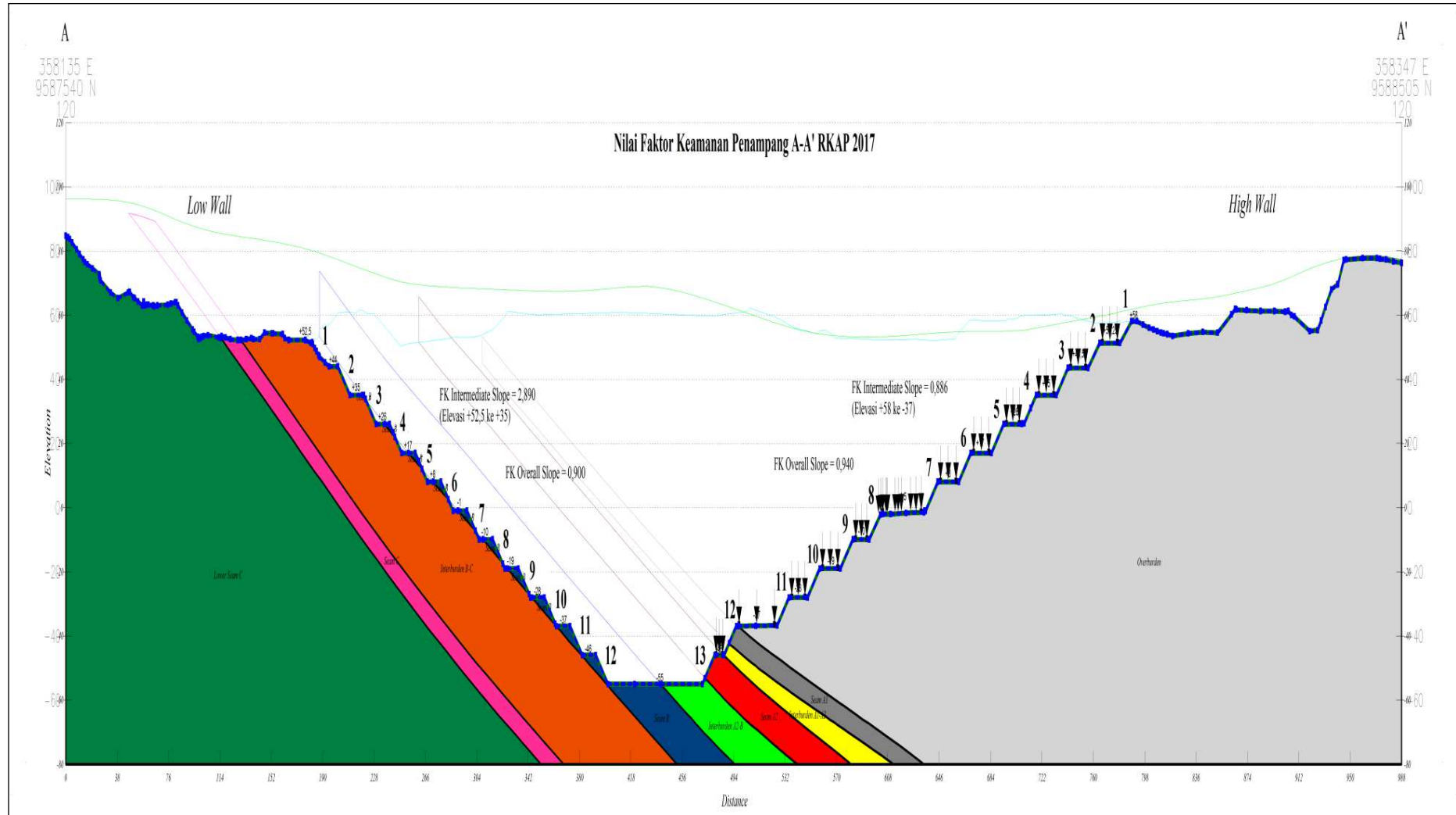
Desain lereng Tambang Muara Tiga Besar Utara untuk Penampang A-A' desain ulang dengan tinggi *berm* yaitu sekitar 8,5-9 m, lebar *berm* yaitu 15-18 m, serta lebar *bench* yaitu 10-15 m. Desain lereng untuk Penampang B-B' desain ulang dengan tinggi *berm* yaitu sekitar 8,25-11,25 m, lebar *berm* yaitu 12-18 m, serta lebar *bench* yaitu 10-15 m. Desain lereng untuk Penampang C-C' desain ulang dengan tinggi *berm* yaitu sekitar 4-9 m, lebar *berm* yaitu 12-18 m, serta lebar *bench* yaitu sekitar 10-15 m.

Berdasarkan analisa kestabilan lereng menggunakan *Software Geostudio 2007 Slope/w* dengan Metode Bishop, maka didapatkan nilai faktor keamanan desain ulang lereng yang dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai faktor keamanan pada bagian lereng *single slope*, *intermediate slope* dan *overall slope* pada setiap penampang yaitu di atas 1,25, sehingga tidak berpotensi terjadinya longsor.

Geometri lereng pada desain ulang lereng harus diperhatikan untuk mendapatkan nilai faktor keamanan yang aman, lebar *berm* harus lebih besar daripada tinggi *berm* dengan tujuan untuk memperkecil sudut kemiringan lereng, jika sudut kemiringan lereng semakin kecil, maka nilai faktor keamanan akan meningkat, sehingga potensi longsor menjadi lebih kecil.

Tabel 4. Nilai FK desain ulang lereng

Jenis lereng	Penampang A-A'		Penampang B-B'		Penampang C-C'	
	Low wall	High wall	Low wall	High wall	Low wall	High wall
Single slope	1	1,775	2,652	1,740	2,694	4,625
	2	1,851	1,583	1,618	1,583	4,380
	3	2,581	1,583	1,672	1,583	4,380
	4	3,910	1,583	1,672	1,581	4,380
	5	4,197	1,583	2,294	1,583	4,380
	6	4,197	1,583	3,871	1,583	4,380
	7	4,196	1,583	4,197	1,583	4,380
	8	4,197	1,592	4,196	1,583	4,380
	9	4,196	1,583	4,196	1,583	4,466
	10	4,196	1,583	4,197	1,583	4,640
	11	4,197	1,583	4,197	1,583	5,260
	12	4,513	2,354	4,230	1,583	-
	13	-	3,897	-	4,038	-
	14	-	-	-	-	-
Intermediate slope	1,329	1,320	1,293	1,251	1,409	1,350
Overall slope	1,252	1,251	1,251	1,296	1,252	1,251



Gambar 3. Penampang A-A' RKAP 2017

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Faktor yang mempengaruhi ketidakstabilan lereng di Tambang Muara Tiga Besar Utara, yaitu geometri lereng, sifat fisik dan mekanika tanah/batuan, cuaca/iklim dan getaran.
2. Lapisan *overburden* berupa batulempung (*claystone*) dengan nilai γ yaitu 1,934 gr/cm³, nilai c' yaitu 38 kPa dan nilai ϕ' yaitu 19,38°. Lapisan *Seam A1* dengan nilai γ yaitu 1,205 gr/cm³, nilai c' yaitu 193 kPa dan ϕ' yaitu 17,65°. Lapisan *Interburden A1-A2* berupa *tuff* dan batupasir (*sandstone*) dengan nilai γ yaitu 1,787 gr/cm³, nilai c' yaitu 34 kPa dan nilai ϕ' yaitu 27,5°. Lapisan *Seam A2* dengan nilai γ yaitu 1,212 gr/cm³, nilai c' yaitu 266 kPa dan nilai ϕ' yaitu 20,01°. Lapisan *Interburden A2-B* berupa batulempung kelanauan (*silty claystone*) dengan nilai γ yaitu 1,947 gr/cm³, nilai c' yaitu 42 kPa dan nilai ϕ' yaitu 21,97°. Lapisan *Seam B* dengan nilai γ yaitu 1,203 gr/cm³, nilai c' yaitu 186 kPa dan nilai ϕ' yaitu 18,58°. Lapisan *Interburden B-C* berupa batupasir kelanauan (*silty sandstone*) dengan nilai γ yaitu 2,025 gr/cm³, nilai c' yaitu 95 kPa dan nilai ϕ' yaitu 35,21°. Lapisan *Seam C* dengan nilai γ yaitu 1,232 gr/cm³, nilai c' yaitu 80 kPa dan nilai ϕ' yaitu 23,55°. Lapisan *Lower Seam C* berupa lanau kepasirandengan nilai γ yaitu 2,024 gr/cm³, nilai c' yaitu 36 kPa dan nilai ϕ' yaitu 22,25°.
3. Nilai faktor keamanan pada RKAP 2017 di Tambang Muara Tiga Besar Utara dapat berpotensi terjadinya longsor, karena nilai faktor keamanan (FK) lereng yaitu di bawah 1,25, sehingga diperlukan desain ulang lereng.
4. Nilai faktor keamanan pada desain ulang lereng di Tambang Muara Tiga Besar Utara tidak berpotensi terjadinya longsor, karena nilai FK lereng yaitu di atas 1,25.

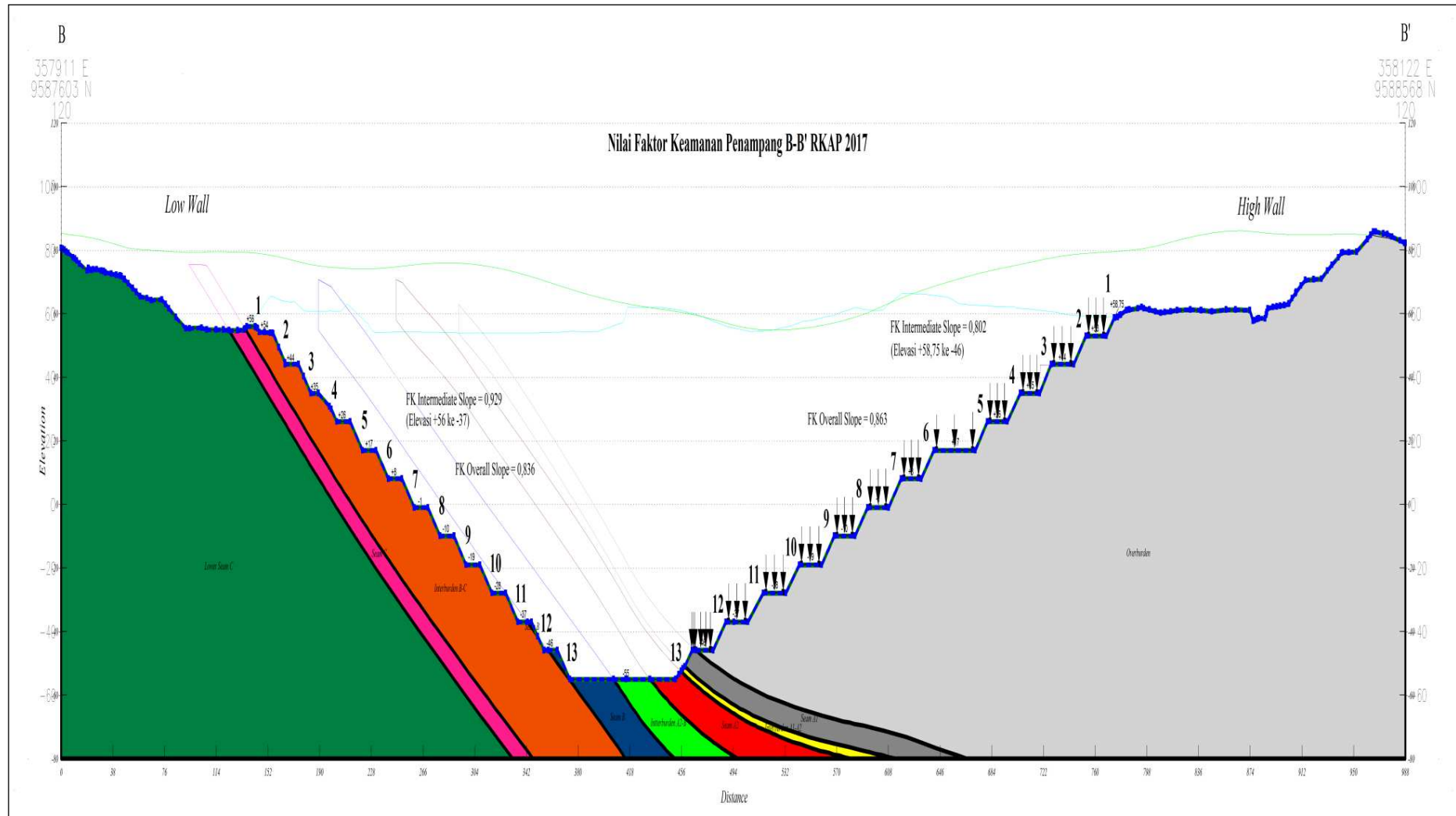
Daftar Pustaka

- Anonim, 2016. Laporan Tahunan Kantor Rencana Operasioanal dan Kantor Eksplorasi dan Geoteknik PT Bukit Asam (Persero) Tbk Tanjung Enim: Sumatera Selatan.
- Apriyono, A dan Sumiyanto, 2005. *Buku Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah*. Fakultas Teknik

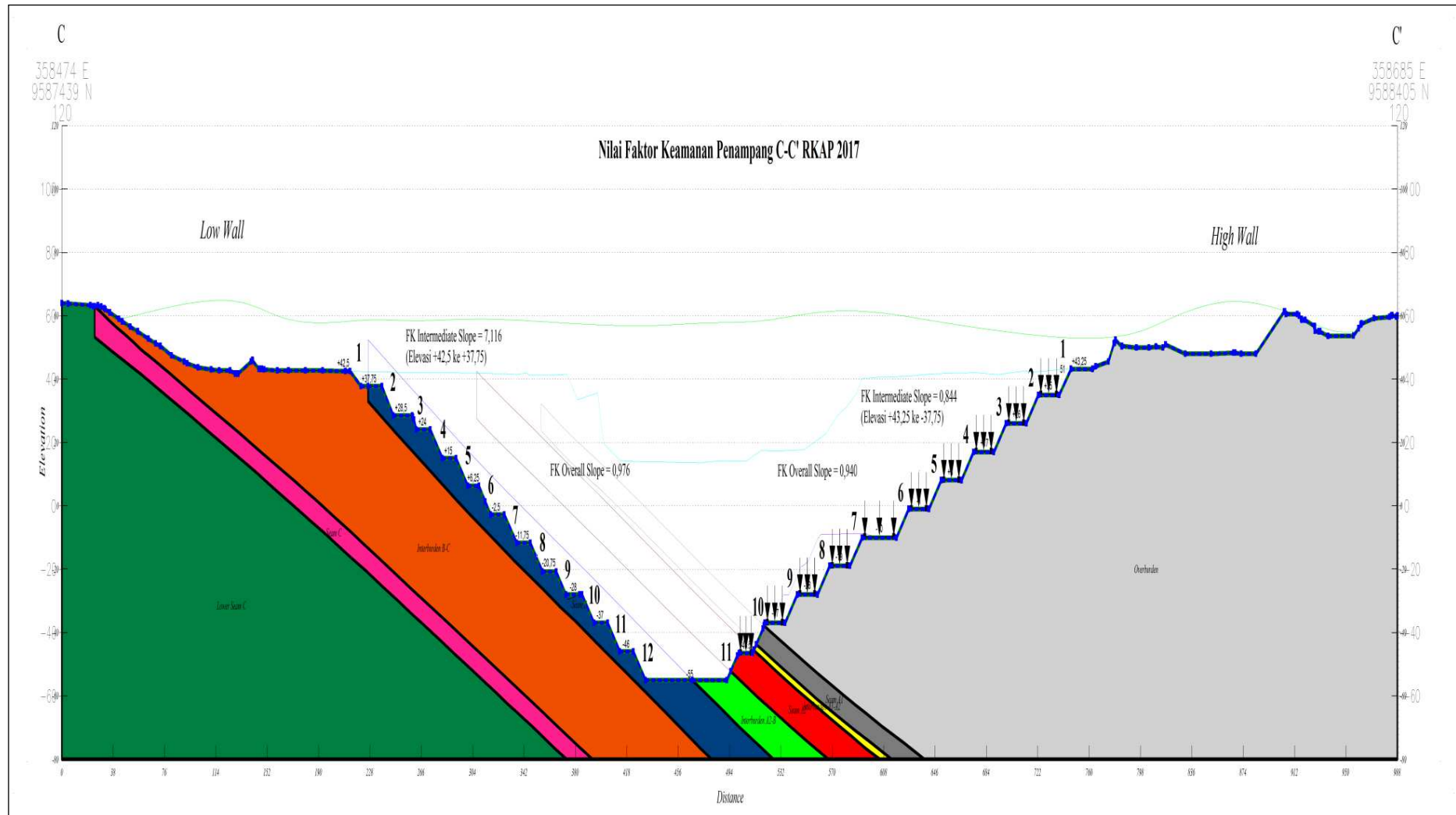
- Jurusan Teknik Sipil. Penerbit Universitas Jenderal Soedirman: Semarang.
- Bishop, A.W., 1955, *The Use of Slip Surface in The Stability of Analysis Slopes, Geotechnique, Vol 5*: London.
- Bowless dan Joseph E, 1991. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Penerbit Erlangga: Jakarta.
- De. Coster G. L., 1974. *The Geologi of Central Sumatera and South Sumatera Basins*. Proceeding Indonesian Petroleum Association, 4th annual convention: Indonesia.
- Hardiyatmo, H.C., 2007. *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Purolaras, N, 2010, *Analisa Stabilitas Lereng dengan Slope/W*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.

Lampiran : Nilai Faktor Keamanan RKAP 2017 dandesain ulang lereng

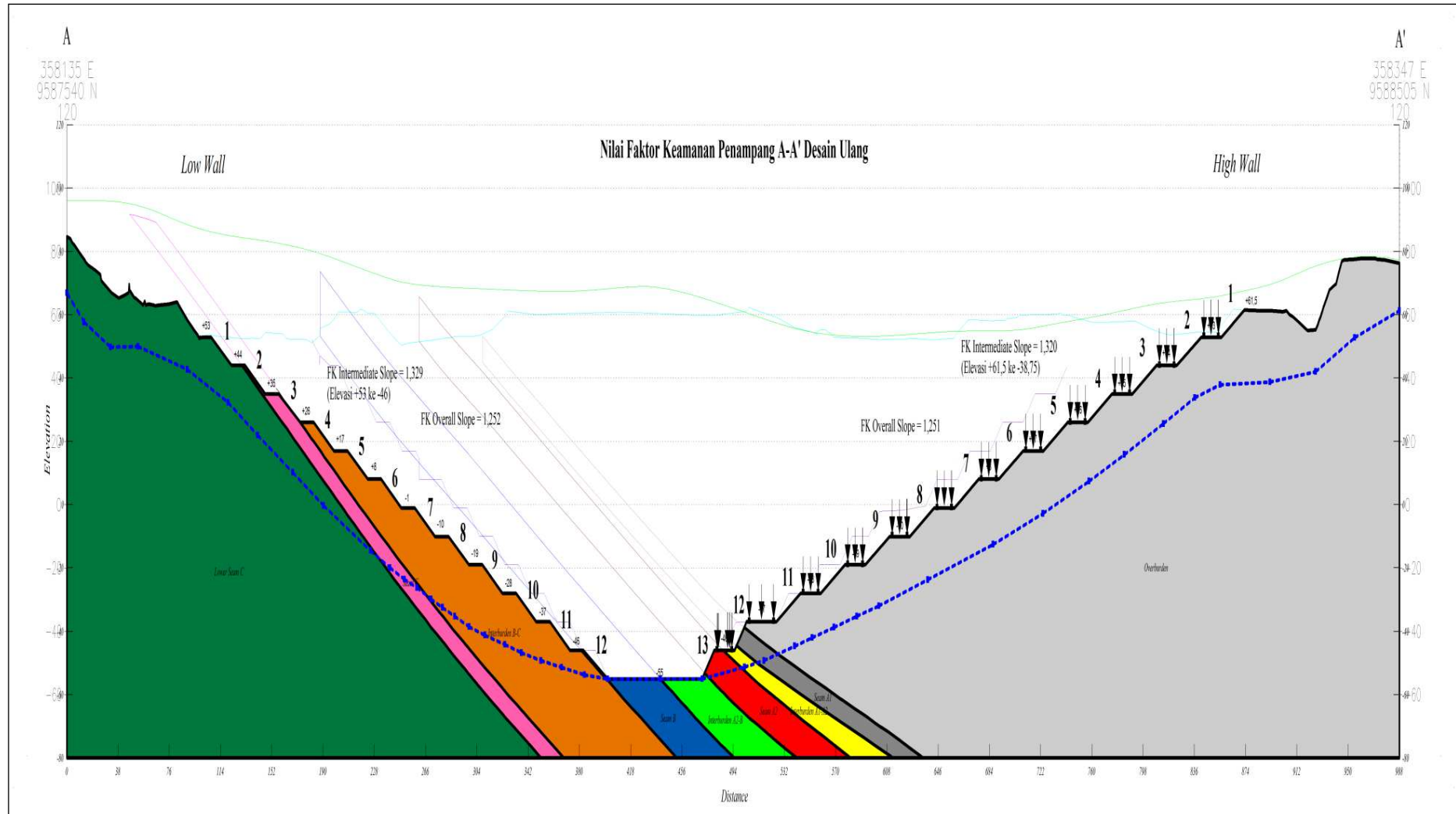
Penampang B-B' RKAP 2017



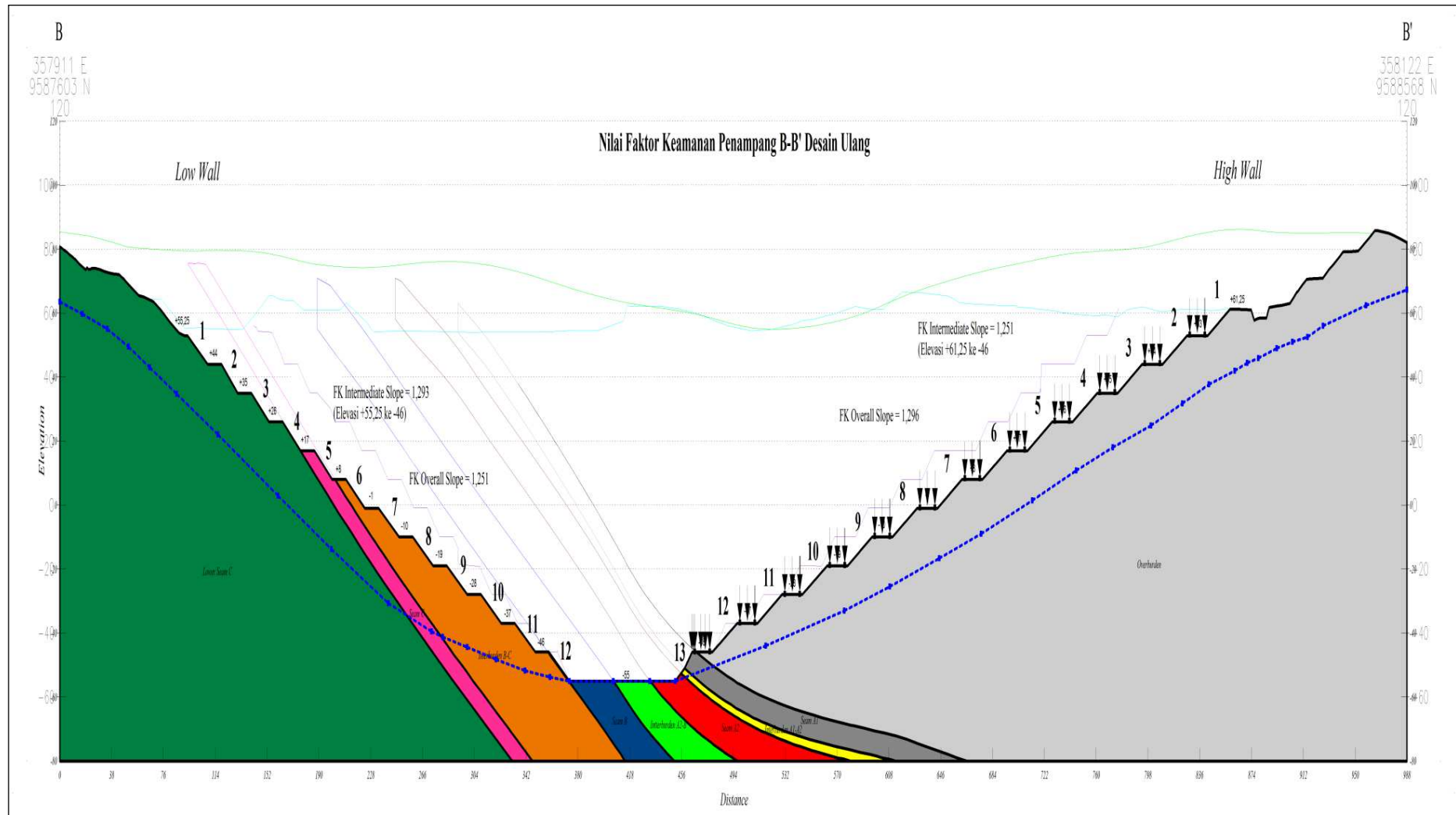
Penampang C-C' RKAP 2017



Penampang A-A' desain ulang



Penampang B-B' desain ulang



Penampang C-C'desain ulang

